

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.07.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 7月30日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-203740
[ST. 10/C]: [JP 2003-203740]

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

REC'D 16 SEP 2004

WIPO

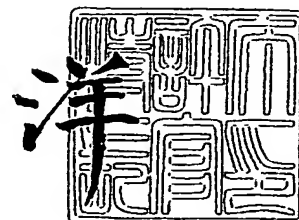
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3078722

【書類名】 特許願

【整理番号】 PNTYA230

【提出日】 平成15年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60L 11/14

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 本美 明

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 110000017

 【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所

 【代表者】 伊神 広行

 【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 008268

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0104390

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両および車両の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動輪に接続された駆動軸への動力の出力により走行可能な車両であって、

蓄電装置の電圧を所望の電圧に変換する電圧変換手段と、

該電圧変換手段により変換された電圧の電力の供給を受けて前記駆動軸に動力の出力が可能な電動機と、

前記駆動輪の空転によるスリップを検出するスリップ検出手段と、

該スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき、該検出されたスリップを収束可能に前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう前記電動機を駆動制御するトルク制限制御手段と、

該トルク制限制御手段によるトルクの制限に基づいて、該制限を解除する際の初期トルクを設定する初期トルク設定手段と、

前記検出されたスリップが収束したとき、前記設定された初期トルクをもって前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御するトルク制限制御手段と

を備える車両。

【請求項 2】 前記初期トルク設定手段は、前記トルク制限制御手段によるトルクの制限よりも所定量だけ制限を解除したトルクを前記初期トルクとして設定する手段である請求項 1 記載の車両。

【請求項 3】 前記トルク制限解除制御手段は、前記初期トルクまで前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除された後、所定時間に亘って該トルクの制限の解除が抑制されるよう前記電動機を駆動制御する手段である請求項 1 または 2 記載の車両。

【請求項 4】 前記トルク制限解除制御手段は、前記所定時間が経過するまでは第 1 の時間変化をもって前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除され、前記所定時間が経過したときには前記第 1 の時間変化よりも大きな第 2 の時間変化をもって該トルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御する手段であ

る請求項 3 記載の車両。

【請求項 5】 前記所定時間は、前記電圧変換手段の動作の安定に要する時間として設定されてなる請求項 3 または 4 記載の車両。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の車両であって、
前記駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出手段を備え、
前記トルク制限制御手段は、前記スリップ検出手段によりスリップが検出された際に前記検出される回転角加速度のピーク値に基づいて設定されるトルク制限値を用いて前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう前記電動機を駆動制御する手段であり、

前記初期トルク設定手段は、前記トルク制限値に基づいて前記初期トルクを設定する手段である

車両。

【請求項 7】 前記トルク制限解除制御手段による駆動制御は、前記スリップ検出手段により検出されたスリップが短時間で収束したときに行われる制御である請求項 1 ないし 6 いずれか記載の車両。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 いずれか記載の車両であって、
路面状態の変化を推定する路面状態変化推定手段を備え、
前記トルク制限解除制御手段による駆動制御は、前記路面状態の変化が推定されたときに行なわれる制御である

車両。

【請求項 9】 請求項 7 または 8 記載の車両であって、
前記駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出手段と、
前記スリップが短時間で収束しなかったとき、または、前記路面状態推定手段により路面状態の変化が推定されなかったとき、前記スリップ検出手段によりスリップが検出された際に前記検出される前記駆動軸の回転角加速度の時間積分値が小さいほど制限を大きく解除する方向に初期トルクを設定する第 2 初期トルク設定手段と、

前記検出されたスリップが収束したとき、前記設定された初期トルクを用いて前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御す

る第2トルク制限解除制御手段と

を備える車両。

【請求項10】 蓄電装置の電圧を所望の電圧に変換する電圧変換手段と、該変換された電圧の電力を用いて駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な電動機とを備える車両の制御方法であって、

(a) 前記駆動輪の空転によるスリップを検出するステップと、

(b) 該ステップ(a)によりスリップが検出されたとき、該検出されたスリップを収束可能に前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう前記電動機を駆動制御するステップと、

(c) 該ステップ(b)によるトルクの制限に基づいて、該制限を解除する際の初期トルクを設定するステップと、

(d) 前記ステップ(a)により検出されたスリップが収束したとき、前記ステップ(c)により設定された初期トルクをもって前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御するステップと

を備える車両の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両および車両の制御方法に関し、詳しくは、駆動輪に接続された駆動軸への動力の出力により走行可能な車両および蓄電装置の電圧を所望の電圧に変換する電圧変換手段と該変換された電圧の電力を用いて駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な電動機を備える車両の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の車両としては、駆動輪の回転角速度の変化率（回転角加速度）が所定値以上のときに駆動輪の空転によるスリップが発生したとして走行用モータから駆動軸に出力されるトルクを制限するものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平10-304514号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、こうした車両では、トルクの制限により回転角加速度が低下したときに発生したスリップが収束したとして駆動軸に出力されるトルクの制限を解除すると、モータへの電力供給が不安定となる場合がある。例えば、モータに電力供給する二次電池の電圧を昇圧してモータに供給する昇圧回路を備える場合において、段差の乗り越えなどの収束時間が短いスリップの発生によって駆動軸へのトルクの制限とスリップの収束によるトルクの制限の解除とが比較的急激に行なわれるときには、昇圧回路の昇圧の遅れにより十分な電圧の電力をモータに供給することができず、モータを含む電力系統に過大電流が流れる場合がある。

【0005】

本発明の車両および車両の制御方法は、こうした問題を解決し、スリップ発生時の電動機への電力供給を安定させることを目的の一つとする。また、本発明の車両および車両の制御方法は、スリップ発生時に電動機に接続された電力系統に過大電流が流れるのを防止することを目的の一つとする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の車両および車両の制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明の車両は、
駆動輪に接続された駆動軸への動力の出力により走行可能な車両であって、
蓄電装置の電圧を所望の電圧に変換する電圧変換手段と、
該電圧変換手段により変換された電圧の電力の供給を受けて前記駆動軸に動力の出力が可能な電動機と、
前記駆動輪の空転によるスリップを検出するスリップ検出手段と、
該スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき、該検出されたスリップ

を収束可能に前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう前記電動機を駆動制御するトルク制限制御手段と、

該トルク制限制御手段によるトルクの制限に基づいて、該制限を解除する際の初期トルクを設定する初期トルク設定手段と、

前記検出されたスリップが収束したとき、前記設定された初期トルクをもって前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御するトルク制限制御手段と

を備えることを要旨とする。

【0008】

この本発明の車両では、駆動輪の空転によるスリップが検出されたとき、検出されたスリップを収束可能に駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう電動機を駆動制御し、このトルクの制限に基づいてトルクの制限を解除する際の初期トルクを設定し、検出されたスリップが収束したときに、設定された初期トルクをもって駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう電動機を駆動制御する。即ち、スリップの検出により行なわれる駆動軸に出力されるトルクの制限に基づいて、スリップが収束したときにトルクの制限を解除する際の初期トルクを設定するから、トルクの制限の程度に拘わらずこの制限を解除する際の電圧変換手段の電圧の変換を安定させることができ、スリップ発生時における電動機への電力供給を安定して行なうことができる。

【0009】

こうした本発明の車両において、前記初期トルク設定手段は、前記トルク制限制御手段によるトルクの制限よりも所定量だけ制限を解除したトルクを前記初期トルクとして設定する手段であるものとすることもできる。

【0010】

また、本発明の車両において、前記トルク制限解除制御手段は、前記初期トルクまで前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除された後、所定時間に亘って該トルクの制限の解除が抑制されるよう前記電動機を駆動制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、電動機への電力供給をより安定させることができる。この態様の本発明の車両において、前記トルク制限解除制御手段は、

前記所定時間が経過するまでは第1の時間変化をもって前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除され、前記所定時間が経過したときには前記第1の時間変化よりも大きな第2の時間変化をもって該トルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、電動機への電力の安定供給とスリップが収束したときの駆動軸に出力されるトルクの制限の迅速な解除とをある程度両立させることができる。また、これらの態様の本発明の車両において、前記所定時間は、前記電圧変換手段の動作の安定に要する時間として設定されてなるものとすることもできる。

【0011】

さらに、本発明の車両において、前記駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出手段を備え、前記トルク制限制御手段は、前記スリップ検出手段によりスリップが検出された際に前記検出される回転角加速度のピーク値に基づいて設定されるトルク制限値を用いて前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう前記電動機を駆動制御する手段であり、前記初期トルク設定手段は、前記トルク制限値に基づいて前記初期トルクを設定する手段であるものとすることもできる。

【0012】

あるいは、本発明の車両において、前記トルク制限解除制御手段による駆動制御は、前記スリップ検出手段により検出されたスリップが短時間で収束したときに行われる制御であるものとすることもできる。

【0013】

また、本発明の車両において、路面状態の変化を推定する路面状態変化推定手段を備え、前記トルク制限解除制御手段による駆動制御は、前記路面状態の変化が推定されたときに行なわれる制御であるものとすることもできる。

【0014】

スリップが短時間で収束したときや路面状態の変化が推定されたときにトルク制限制御手段による制御が行なわれる態様の本発明の車両において、前記駆動軸の回転角加速度を検出する回転角加速度検出手段と、前記スリップが短時間で収束しなかったとき、または、前記路面状態推定手段により路面状態の変化が推定

されなかったとき、前記スリップ検出手段によりスリップが検出された際に前記検出される前記駆動軸の回転角加速度の時間積分値が小さいほど制限を大きく解除する方向に初期トルクを設定する第2初期トルク設定手段と、前記検出されたスリップが収束したとき、前記設定された初期トルクを用いて前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御する第2トルク制限解除制御手段とを備えるものとすることもできる。こうすれば、スリップが短時間で収束しなかったときや路面状態の変化が推定されなかったときに再スリップの発生を防止可能な範囲内でトルクの制限を迅速に解除させることができる。

【0015】

本発明の車両の制御方法は、

蓄電装置の電圧を所望の電圧に変換する電圧変換手段と、該変換された電圧の電力を用いて駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な電動機とを備える車両の制御方法であって、

- (a) 前記駆動輪の空転によるスリップを検出するステップと、
 - (b) 該ステップ(a)によりスリップが検出されたとき、該検出されたスリップを収束可能に前記駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう前記電動機を駆動制御するステップと、
 - (c) 該ステップ(b)によるトルクの制限に基づいて、該制限を解除する際の初期トルクを設定するステップと、
 - (d) 前記ステップ(a)により検出されたスリップが収束したとき、前記ステップ(c)により設定された初期トルクをもって前記駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう前記電動機を駆動制御するステップと
- を備えることを要旨とする。

【0016】

この本発明の車両の制御方法では、駆動輪の空転によるスリップが検出されたとき、検出されたスリップを収束可能に駆動軸に出力されるトルクが制限されるよう電動機を駆動制御し、このトルクの制限に基づいてトルクの制限を解除する際の初期トルクを設定し、検出されたスリップが収束したときに、設定された初期トルクをもって駆動軸に出力されるトルクの制限が解除されるよう電動機を駆

動制御する。即ち、スリップの検出により行なわれる駆動軸に出力されるトルクの制限に基づいて、スリップが収束したときにトルクの制限を解除する際の初期トルクを設定するから、トルクの制限の程度に拘わらずこの制限を解除する際の電圧変換手段の電圧の変換を安定させることができ、スリップ発生時における電動機への電力供給を安定して行なうことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である車両20の構成の概略を示す構成図である。実施例の車両20は、図示するように、DC/DCコンバータ回路25とインバータ回路24とを介してバッテリー26から供給された電力を用いてディファレンシャルギヤ29を介して駆動輪62a, 62bに機械的に接続された駆動軸28に動力を出力可能なモータ22と、車両全体をコントロールするメイン電子制御ユニット70とを備える。

【0018】

モータ22は、電動機として機能すると共に発電機としての機能する同期発電電動機として構成されており、インバータ回路24は、バッテリー26から入力された電力をモータ22の駆動に適した電力に変換して出力する複数のスイッチング素子により構成されている。

【0019】

DC/DCコンバータ回路25は、バッテリー26の電圧を昇圧してインバータ回路24に供給可能な回路として構成されており、インバータ回路24（入力側）に印加される電圧が所望の電圧となるよう電子制御ユニット70により駆動制御されている。

【0020】

電子制御ユニット70は、CPU72を中心としたマイクロプロセッサとして構成されており、CPU72の他に処理プログラムを記憶したROM74と、一時的にデータを記憶するRAM76と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートを備えている。このメイン電子制御ユニット70からは、駆動軸28（モータ

22の回転軸)の回転位置を検出する回転位置検出センサ32(例えば、レゾルバ)からの回転位置 θ_m やシフトレバー81の操作位置を検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP, アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Acc, ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキペダルポジションBP、車速センサ88からの車速Vなどが入力ポートを介して入力されている。また、メイン電子制御ユニット70からは、インバータ回路24のスイッチング素子へのスイッチング制御信号やDC/DCコンバータ回路25のスイッチング素子へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。

【0021】

こうして構成された実施例の車両20の動作、特に、駆動輪62a, 62bの空転によるスリップの発生を検出してモータ22を駆動制御する際の動作について説明する。図2は、実施例の車両20の制御ユニット70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎(例えば、8msec毎)に繰り返し実行される。

【0022】

駆動制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニット70のCPU72は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Accや車速センサ88からの車速V、回転位置検出センサ32からの回転位置 θ_m に基づいて算出される駆動軸28の回転数Nmなどを入力し(ステップS100)、入力したアクセル開度Accと車速Vとに基づいてモータ22から駆動軸28に出力すべきトルクとしてのモータトルク T_{m*} を設定する(ステップS102)。ここで、モータトルク T_{m*} の設定は、実施例では、アクセル開度Accと車速Vとモータトルク T_{m*} との関係を予め求めてマップとしてROM74に記憶しておき、アクセル開度Accと車速Vとが与えられたときにマップから対応するモータトルク T_{m*} を導出することにより行なうものとした。このマップの一例を図3に示す。

【0023】

続いて、入力した回転数 N_m に基づいて駆動軸 28 の回転角加速度 α を計算し（ステップ S104）、計算した回転角加速度 α に基づいて駆動輪 62a, 62b にスリップの状態を判定するスリップ状態判定処理を行なう（ステップ S106）。ここで、回転角加速度 α の計算は、実施例では、今回のルーチンで入力された現回転数 N_m から前回のルーチンで入力された前回回転数 N_m を減じる（現回転数 N_m - 前回回転数 N_m ）ことにより行なうものとした。なお、回転角加速度 α の単位は、回転数 N_m の単位を 1 分間あたりの回転数 [rpm] で示すと、実施例では、本ルーチンの実行時間間隔は 8 msec であるから、[rpm / 8 msec] となる。勿論、回転数の時間変化率として示すことができれば、如何なる単位を採用するものとしても構わない。また、回転角加速度 α は、誤差を小さくするために、それぞれ今回のルーチンから過去数回（例えば、3 回）に亘って計算された角加速度の平均を用いるものとしても構わない。以下、スリップ状態判定処理の内容について詳細に説明する。

【0024】

図 4 は、実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行されるスリップ状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。このスリップ状態判定処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 70 の CPU 72 は、図 2 の駆動制御ルーチンのステップ S104 で計算された回転角加速度 α が、空転によるスリップが発生したとみなすことのできる閾値 α_{slip} を超えているか否かを判定し（ステップ S120）、回転角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えていると判定されると、駆動輪 62a, 62b が空転してスリップが発生したと判断し、スリップの発生を示すスリップ発生フラグ F1 を値 1 にセットして（ステップ S122）、本ルーチンを終了する。

【0025】

回転角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えていないと判定されると、スリップ発生フラグ F1 が値 1 であるか否かを判定する（ステップ S124）。スリップ発生フラグ F1 が値 1 でないと判定されると、駆動輪 62a, 62b にスリップは発生しておらずグリップの状態にあると判断して、本ルーチンを終了する。一方、スリップ発生フラグ F1 が値 1 であると判定されたときには、回転角加速度 α

が負の値であり且つその状態が所定時間以上継続しているか否かを判定し（ステップ S126, S128）、回転角加速度 α が負の値であり且つその状態が所定時間以上継続したと判定されたときには駆動輪 62a, 62b に発生したスリップは収束したと判断し、発生したスリップの収束を示すスリップ収束フラグ F2 を値 1 にセットして（ステップ S130）、本ルーチンを終了する。回転角加速度 α が負の値でないと判定されたり、角加速度 α が負の値であってもその状態が所定時間以上継続していないと判定されたときには、発生したスリップは未だ収束していないと判断して、本ルーチンを終了する。

【0026】

図 2 の駆動制御ルーチンに戻って、このようにしてスリップの状態の判定がなされると、判定結果に応じた処理を行なう（ステップ S108～S116）。具体的には、スリップ発生フラグ F1 とスリップ収束フラグ F2 が共に値 0 でありスリップは発生していない（グリップの状態にある）と判定されたときには、ステップ S102 で設定されたモータトルク T_m^* によりモータ 22 を駆動制御する処理を行なって（ステップ S114）、本ルーチンを終了する。また、スリップ発生フラグ F1 が値 1 でスリップ収束フラグ F2 が値 0 でありスリップが発生したと判定されたときにはスリップ発生時処理を行ない（ステップ S110）、スリップ発生フラグ F1 とスリップ収束フラグ F2 が共に値 1 であり発生したスリップが収束したと判定されたときにはスリップ収束時処理を行なって（ステップ S114）、各々の処理において制限されたモータトルク T_m^* によりモータ 22 を駆動制御する処理を行なって（ステップ S112）、本ルーチンを終了する。なお、モータ 22 の駆動制御は、具体的には、目標トルク T_m^* に見合うトルクが駆動軸 28 に出力されるようインバータ回路 24 や DC/DC コンバータ回路 25 のスイッチング素子にスイッチング制御信号を出力することにより行なわれる。以下、スリップ発生時処理とスリップ収束時処理とを順に詳述する。

【0027】

スリップ発生時処理は、発生したスリップを抑制するために駆動軸 28 に要求されたモータトルク T_m^* を制限する処理であり、図 5 のスリップ発生時処理ルーチンによって実行される。このスリップ発生時処理ルーチンが実行されると、

電子制御ユニット 70 の CPU 72 は、まず、図 2 の駆動制御ルーチンのステップ S 104 で計算した回転角加速度 α がピーク値 α_{peak} を超えているか否かを判定して（ステップ S 140）、回転角加速度 α がピーク値 α_{peak} を超えているときにはピーク値 α_{peak} をその回転角加速度 α に更新する処理を行なう（ステップ S 142）。ここで、ピーク値 α_{peak} は、基本的には、スリップの発生により回転角加速度 α が上昇してピークを示すときの値であり、初期値としては値 0 が設定されている。したがって、回転角加速度 α が上昇してピークに達するまでの間はピーク値 α_{peak} を回転角加速度 α の値に順次更新していき、回転角加速度 α がピークに達した時点でその回転角加速度 α がピーク値 α_{peak} として固定されることになる。こうしてピーク値 α_{peak} が設定されると、このピーク値 α_{peak} に基づいて発生したスリップを抑制するためにモータ 22 から出力してもよいトルクの上限值であるトルク上限値 T_{max} を設定する処理を行なう（ステップ S 144）。この処理は、実施例では、図 6 に例示するトルク上限値設定マップの横軸を回転角加速度 α に置き換えて用いることにより行なった。このマップでは、図示するように、回転角加速度 α が大きくなるほどトルク上限値 T_{max} が小さくなる特性を有している。したがって、回転角加速度 α が上昇してピーク値 α_{peak} が大きくなるほど、即ちスリップの程度が大きいほど、トルク上限値 T_{max} として小さな値が設定され、その分モータ 22 から出力されるトルクが制限されることになる。トルク上限値 T_{max} が設定されると、モータトルク T_m^* を設定したトルク上限値 T_{max} で制限して（ステップ S 146, 148）、本ルーチンを終了する。こうした処理により、スリップ発生時においてモータ 22 から出力されるトルクは、スリップを抑制させるための低いトルク（具体的には、図 5 のマップにおいて回転角加速度のピーク値 α_{peak} に対応するトルク上限値 T_{max} ）に制限されるから、スリップを効果的に抑制することができる。

【0028】

スリップ収束時処理は、スリップ発生時の路面状態の変化を推定する図 7 に例示する路面状態変化推定処理の推定結果に基づいて実行される。まず、図 7 の路面状態変化推定処理について説明し、その後スリップ収束時処理について説明

する。図 7 の路面状態変化推定処理は、所定時間毎（例えば、8 m s e c ごと）に繰り返し実行される。路面状態変化推定処理が実行されると、電子制御ユニット 70 の CPU 72 は、まず、回転位置検出センサ 32 からの回転位置 θ_m に基づいて算出される駆動軸 28 の回転数 N_m を入力すると共に（ステップ S 150）、入力した回転数 N_m に基づいて駆動軸 28 の回転角加速度 α を計算する（ステップ S 152）。

【0029】

そして、路面状態変化判定フラグ F C の値を調べる（ステップ S 154）。路面状態変化判定フラグ F C は、次のステップ S 156 の回転角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えたとき、即ち、スリップが発生したときに路面状態の変化を判定する条件に至ったとして値 1 が設定される（ステップ S 158）。即ち、路面状態変化判定フラグ F C が値 0 のときには計算した回転角加速度 α を閾値 α_{slip} と比較して（ステップ S 156）、回転角加速度 α が閾値 α_{slip} 以下のときには本処理を終了し、回転角加速度 α が閾値 α_{slip} より大きいときには路面状態変化判定フラグ F C に値 1 をセットする（ステップ S 158）。

【0030】

こうして路面状態変化判定フラグ F C に値 1 がセットされるかステップ S 154 で路面状態変化判定フラグ F C が値 1 であると判定されると、回転角加速度 α が第 1 ピークに至ったか否かを判定し（ステップ S 160）、第 1 ピークに至ったときには、そのときの回転角加速度 α を第 1 ピーク角加速度 α_1 としてセットする（ステップ S 162）。回転角加速度 α の第 1 ピークは、回転角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えてから回転角加速度 α の時間微分値が正から負に至るときである。第 1 ピーク角加速度 α_1 をセットすると、回転角加速度 α が第 2 ピークに至ったか否かを判定し（ステップ S 164）、第 2 ピークに至ったときには、そのときの回転角加速度 α に -1 を乗じたものを第 2 ピーク角加速度 α_2 としてセットする（ステップ S 166）。ここで第 2 ピークは、第 1 ピークの直後に生じる負側のピークを意味する。したがって、第 2 ピーク角加速度 α_2 をセットするのに回転角加速度 α に -1 を乗じるのは第 1 ピーク角加速度 α_1 と符号を揃えるためである。

【0031】

第1ピーク角加速度 α_1 と第2ピーク角加速度 α_2 とがセットされると、第2ピーク角加速度 α_2 と閾値 α_{ref} とを比較すると共に（ステップS168）、第2ピーク角加速度 α_2 と定数 k を乗じた第1ピーク角加速度 α_1 とを比較する（ステップS170）。ここで、閾値 α_{ref} は、空転によるスリップが生じたときの第1ピーク角加速度 α_1 にセットされ得る通常範囲の値により大きな値として設定されている。例えば、対象となる車両20を低 μ 路で空転によるスリップを生じさせる実験を行なったときに第1ピーク角加速度 α_1 にセットされ得る最大の値が100[rpm/8msec]であったときには、閾値 α_{ref} には120や140などの値を用いることができる。また、定数 k は、値1以上の値として設定されており、例えば、1.2や1.4などのように設定することもできる。

【0032】

第2ピーク角加速度 α_2 が閾値 α_{ref} 未満のときで第2ピーク角加速度 α_2 が定数 k を乗じた第1ピーク角加速度 α_1 以下のときには、路面状態の変化は推定されないとして路面状態変化判定フラグFCに値0をセットすると共に路面状態変化発生フラグFchangeを値0にセットして（ステップS172）、この路面状態変化推定処理を終了し、第2ピーク角加速度 α_2 が閾値 α_{ref} 以上のときや第2ピーク角加速度 α_2 が閾値 α_{ref} 未満であっても第2ピーク角加速度 α_2 が定数 k を乗じた第1ピーク角加速度 α_1 より大きいときには、路面状態の変化、即ち低 μ 路から高 μ 路へ移行したと判定して路面状態変化発生フラグFchangeを値1にセットする（ステップS174）。低 μ 路で駆動輪62a, 62bが空転した場合、第1ピークは空転開始直後のピークとなり、第2ピークは空転の収束の際のピークとなる。路面状態に変化がなければ空転の収束の際に通常生じる第2ピークの値は路面状態（摩擦係数）や車両にもよるが一定の範囲内となるが、路面状態に変化が生じたとき、即ち低 μ 路から高 μ 路に変化したときには、こうした空転の収束の際の第2ピーク角加速度 α_2 がその範囲を超える。したがって、第2ピーク角加速度 α_2 が空転によるスリップが生じたときの第1ピーク角加速度 α_1 にセットされ得る通常範囲の値により大きな値として設

定された閾値 α_{ref} 以上のときには、路面状態の変化（低 μ 路から高 μ 路への移行）を判定することができるのである。また、第2ピーク角加速度 α_2 が閾値 α_{ref} 未満であっても第2ピーク角加速度 α_2 が定数 k を乗じた第1ピーク角加速度 α_1 より大きいときに路面状態の変化を推定できるのは、路面状態に変化がなければ空転の収束の際に通常生じる第2ピークの値は第1ピークの値以下となるのが通常であることが実験により確かめられたことに基づく。

【0033】

続いて、こうした図7の路面状態変化推定処理の推定結果に基づいて実行される図8に例示するスリップ収束時処理について説明する。スリップ収束時処理が実行されると、電子制御ユニット70のCPU72は、まず、路面状態変化発生フラグ F_{change} の値を調べ（ステップS200）、路面状態変化発生フラグ F_{change} が値1でない、即ち、路面変化が推定されなかったときには、図9に例示する通常時トルク制限解除処理を実行し（ステップS202）、路面状態変化発生フラグ F_{change} が値1である、即ち、路面変化が推定されたときには、図11に例示する路面状態変化発生時トルク制限解除処理を実行して（ステップS204）、本処理を終了する。以下、まず、図9の通常時トルク制限解除処理について説明し、その後に図11の路面状態変化発生時トルク制限解除処理について説明する。

【0034】

通常時トルク制限解除処理では、まず、トルク制限解除実行フラグ F_a が値0であるか否かを調べ（ステップS210）、トルク制限解除実行フラグ F_a が値0と判定されると、本処理の初回の実行であるとしてトルク制限量 δ （単位は、回転角加速度と同じ単位の $[rpm/8msec]$ ）を入力すると共に（ステップS212）、トルク制限解除実行フラグ F_a を値1にセットする（ステップS214）。ここで、トルク制限量 δ は、スリップ発生時制御において回転角加速度のピーク値に対応して設定されたトルク上限値 T_{max} を引き上げてトルクの制限を解除する際の度合を設定するためのパラメータであり、図10のトルク制限量設定処理により設定される。図10のトルク制限量設定処理は、図4に例示するスリップ状態判定処理ルーチンのステップS122でスリップ発生フラグ F

1に値1がセットされたとき、即ち、回転角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えたときに実行される。トルク制限設定処理では、まず、回転位置検出センサ32により検出された駆動軸28の回転位置 θ_m に基づいて算出された回転数 N_m を入力し、入力した回転数 N_m に基づいて回転角加速度 α を計算し、計算した回転角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えた時点からの回転角加速度 α の時間積分値 α_{int} を計算する処理を回転角加速度 α が再び閾値 α_{slip} 未満となるまで繰り返し行なう（ステップS230～S236）。回転角加速度の時間積分値 α_{int} の計算は、実施例では、次式（1）を用いて行なうものとした。ここで式（1）中「 Δt 」は、本処理のステップS260～S266の繰り返しの実行時間であり、実施例では、8msecに調整するものとした。

【0035】

$$\alpha_{int} \leftarrow \alpha_{int} + (\alpha - \alpha_{slip}) \cdot \Delta t \quad \cdots (1)$$

【0036】

そして、回転角加速度 α が再び閾値 α_{slip} 未満となって時間積分値 α_{int} の計算が終了すると、計算した時間積分値 α_{int} に所定の係数Kを乗じることにより時間積分値 α_{int} に応じたトルク制限値 δ を設定して（ステップS238）、本ルーチンを終了する。なお、本処理では、トルク制限値 δ は、所定の係数Kを乗じて計算するものとしたが、時間積分値 α_{int} とトルク制限値 δ との関係を予め求めてマップとして用意しておき、時間積分値 α_{int} が計算されたときにマップからトルク制限値 δ を導出することにより設定するものとしてもよい。

【0037】

図9の通常時トルク制限解除処理に戻って、こうして設定されたトルク制限値 δ を入力したり、ステップS210でトルク制限解除実行フラグF_aが値0でない（値1）と判定されると、トルク制限値 δ が更新時期に至ったか否かを判定する（ステップS216）。更新時期に至ったと判定されると、トルク制限値 δ に所定値を引いて新たにトルク制限値 δ を設定することによりトルク制限値 δ を更新する（ステップS218）。この処理は、ステップS212で入力したトルク制限値 δ を用いて後述するステップS220の処理によりトルク上限値T_{max}

を設定した後に、更新時期に至るたびに設定したトルク上限値 T_{max} を段階的に引き上げてトルクの制限を徐々に解除していくために行なわれる処理である。なお、未だ更新時期に至っていないと判定されると、トルク制限量 δ の更新は行なわれない。そして、トルク制限量 δ に基づいてモータ 22 から出力してもよいトルクの上限であるモータトルク上限値 T_{max} を図 6 のマップを用いて設定し（ステップ S 220）、設定したトルク上限値 T_{max} で図 2 のルーチンのステップ S 102 で設定したモータトルク T_m^* を制限する（ステップ S 222, S 224）。そして、トルク制限量 δ の値 0 以下となったか否かを判定し（ステップ S 226）、値 0 以下になったときにはスリップ発生フラグ F_1 とスリップ収束フラグ F_2 とを値 0 にセットして（ステップ S 228）、本ルーチンを終了する。このように、回転角加速度 α の時間積分値 α_{int} に応じて設定されたトルク制限量 δ により設定されるトルク上限値 T_{max} を用いて駆動軸 28 に出力されるトルクの制限を解除する際のトルク（初期トルク）を設定するのは、発生したスリップが収束したときに、発生したスリップの状況に応じて適切な量だけトルクの制限を解除することにより、過剰なトルクの制限を伴うことなくより確実に再スリップの発生を防止するためである。

【0038】

次に、路面状態の変化が発生したときの図 11 の路面変化発生時トルク制限解除処理について説明する。図 11 の路面状態変化発生時トルク制限解除処理が実行されると、まず、トルク制限解除実行フラグ F_b が値 0 であるかを調べ（ステップ S 250）、トルク制限解除実行フラグ F_b が値 0 であると判定されると、本処理の初回の実行であるとしてトルク制限解除実行フラグ F_b を値 1 にセットすると共に図 5 のスリップ発生時処理ルーチンのステップ S 144 で設定された回転角加速度のピーク値 α_{peak} に対応するトルク上限値 T_{max} に所定値 β を加えることにより、トルクの制限を解除する際にモータ 22 から出力してもよいトルクの上限としてのトルク上限値 T_{max} を新たに設定する（ステップ S 252, S 254）。ここで、所定値 β は、トルクの制限を解除する際の DC/DC コンバータ回路 25 による昇圧の遅れに伴ってインバータ回路 24 の入力側の電圧が低下し、その分だけモータ 22 に過大電流が流れるのを防止できるよう実

験的に求めた値として設定することができ、例えば、30～70Nm程度（実施例では、50Nm）などのように設定することができる。こうしてトルク上限値 T_{max} を新たに設定すると、図2の駆動制御ルーチンのステップS102で設定されたモータトルク T_m^* を設定したトルク上限値 T_{max} で制限することにより、トルクの制限の解除を開始する際の初期トルクを設定する処理を行なって（ステップS256, S258）、本ルーチンを終了する。スリップ中に路面状態の変化、即ち、路面の摩擦係数の増大するとスリップは比較的短時間で収束するから、図9の通常時トルク制限解除処理によると、回転角加速度 α の時間積分値 α_{int} としては小さな値となると共にこの時間積分値 α_{int} に比例的に設定されるトルク制限値 δ も小さくなることにより、トルク上限値 T_{max} としては大きな値が設定されることになる。このため、モータ22が出力すべきモータトルク T_m^* は比較的大きなトルクに設定されるから、DC/DCコンバータ回路25による昇圧の遅れによりモータ22に過大電流が印加されるおそれがある。スリップ中に路面状態が変化したときに、図9の通常時トルク制限解除処理の代わりに図11の路面状態変化時トルク制限解除処理を実行するのは、こうしたモータ22への過大電流の印加を防止するという理由に基づいている。

【0039】

ステップS250でトルク制限解除実行フラグ F_b が値1であると判定されると、ステップS254で設定されたトルク上限値 T_{max} によるモータトルク T_m^* の制限が行なわれたとき（図5のスリップ発生時処理によるトルクの制限の解除を開始したとき）から第1所定時間が経過したか否かを判定し（ステップS260）、第1所定時間が経過したと判定されるまでは、所定値 T_{low} だけ上乗せしてトルク上限値 T_{max} を更新する処理を繰り返し行なう（ステップS262）。ここで、所定値 T_{low} は、トルク上限値 T_{max} の時間変化が緩やかとなるよう小さな値が設定され、第1所定時間は、DC/DCコンバータ回路25による昇圧動作が安定するまでの待ち時間として設定され、待ち時間としては、例えば、400msec～600msec程度の時間（実施例では、500msec）として設定することができる。一方、第1所定時間が経過したと判定、即ち、DC/DCコンバータ回路25の昇圧動作が安定するまでの待ち時間が経

過したと判定されると、以降のトルクの制限を迅速に解除するために所定値 T_{Low} よりも大きな所定値 T_{Hi} を上乗せしてトルク上限値 T_{max} を更新する処理を第2所定時間が経過するまで繰り返し行なう（ステップ S264, S266）。こうしてトルク上限値 T_{max} を更新すると、更新したトルク上限値 T_{max} を用いてモータトルク T_m^* を制限する処理を行なって（ステップ S258）、本ルーチンを終了する。これにより、DC/DCコンバータ回路25に昇圧動作の安定性を確保しながら、スリップ収束時のトルクの制限の解除を迅速に行なうことができる。なお、ステップ S264 で第2所定時間が経過したと判定されると、スリップ発生フラグ F_1 とスリップ収束フラグ F_2 とを共に値0にセットすると共にトルク制限解除実行フラグ F_b に値をセットすることによりトルクの制限を完全に解除して（ステップ S268）、本ルーチンを終了する。

【0040】

図12に、スリップ発生時に路面状態に変化が生じたときの回転角加速度 α とモータトルク T_m^* の時間変化の様子を説明するための図を示す。図示するように、時刻 t_1 にスリップが発生して回転角加速度のピーク値 α_{peak} に応じたトルク上限値 T_{max} を設定して駆動軸28に出力されるトルクを制限しているときに路面状態に変化、即ち、低 μ 路から高 μ 路に移行したときには、第2ピーク角加速度 α_2 は第1ピーク角加速度 α_1 よりも大きくなるだけでなく場合によっては閾値 α_{ref} よりも大きくなる。このとき、時刻 t_2 にスリップが収束すると、まず、スリップ発生時に設定されたトルク上限値 T_{max} を所定値 β だけ引き上げてトルクの制限が解除される。以降、所定時間（時刻2～ t_3 ）が経過するまではトルクの制限の解除の度合いが緩やかになり、DC/DCコンバータ回路25の昇圧動作を安定させる。時刻 t_3 に所定時間が経過、即ち、DC/DCコンバータ回路25の昇圧動作が安定すると、トルクの制限を迅速に解除されることになる。

【0041】

以上説明した実施例の車両20によれば、スリップ中に路面状態の変化が推定されたときには、スリップ発生時に回転角加速度のピーク値 α_{peak} に応じたトルク上限値 T_{max} によって駆動軸28に出力されるトルクの制限に対して所

定値 β だけを上乘せして設定されたトルク上限値 T_{max} を用いてスリップ発生時におけるトルクの制限を解除するから、スリップ中のトルクの制限に拘わらず DC/DC コンバータ回路 25 の昇圧動作を安定させることができる。この結果、モータ 22 に供給する電力を安定させることができる。しかも、スリップ発生時のトルクの制限を所定値 β だけ解除した後、所定時間が経過するまではトルク制限の解除を緩やかに行なう（抑制する）から、DC/DC コンバータ回路 25 の昇圧動作のより確実に安定させることができる。もとより、その所定時間が経過したときには、トルクの制限の解除を迅速に行なうことができる。

【0042】

実施例の車両 20 では、スリップが収束したとき、スリップ発生時に回転角加速のピーク値 α_{peak} に応じて設定されたトルク上限値 T_{max} に対して所定値 β だけ上乘せしたトルク上限値 T_{max} を用いて駆動軸 28 に出力されるトルクの制限を解除した後には、2 段階の時間変化をもってトルク上限値 T_{max} を引き上げてトルクの制限を解除するものとしたが、3 段階以上の時間変化をもってトルク上限値 T_{max} を引き上げてトルクの制限の解除を行なうものとしてもよいし、また、トルク上限値 T_{max} を更新する時間変化を一律にするものとしてもよい。

【0043】

実施例の車両 20 では、路面状態の変化を推定すると共に路面状態の変化が推定されたときに、スリップ発生時の回転角加速のピーク値 α_{peak} に対応するトルク上限値 T_{max} に所定量 β を上乘せしてトルクの制限の解除を開始する際に用いるトルク上限値 T_{max} を新たに設定する（図 11 の路面状態変化推定時トルク制限解除処理を実行）するものとしたが、スリップが発生したときに発生したスリップが収束するまでの時間を計測し、計測した時間が所定時間未満のときにこうした図 11 の路面状態変化推定時トルク制限解除処理と同様の処理を実行するものとしてもよいし、路面状態の変化やスリップが収束するまでの時間に拘わらず図 11 の路面状態変化推定時トルク制限解除処理と同様の処理を実行するものとしてもよい。

【0044】

実施例では、駆動輪 62a, 62b に接続された駆動軸に直接的に動力の出力が可能に機械的に接続されたモータ 22 を備える車両 20 に適用して説明したが、駆動軸に動力の出力が可能な電動機を備える車両であれば、如何なる構成の車両に適用するものとしても構わない。例えば、エンジンと、エンジンの出力軸に接続されたジェネレータと、ジェネレータからの発電電力を用いて駆動軸に動力を出力するモータとを備えるいわゆるシリーズ型のハイブリッド車両に適用するものとしてもよい。また、図 13 に示すように、エンジン 122 と、エンジン 122 に接続されたプラネタリギヤ 126 と、プラネタリギヤ 126 に接続された発電可能なモータ 124 と、同じくプラネタリギヤ 126 に接続されると共に駆動輪 62a, 62b に接続された駆動軸に動力が出力可能に駆動軸に機械的に接続されたモータ 22 とを備えるいわゆる機械分配型のハイブリッド車両 120 に適用することもできるし、図 14 に示すように、エンジンの 222 の出力軸に接続されたインナーロータ 224a と駆動輪 62a, 62b に接続された駆動軸に取り付けられたアウターロータ 224b とを有しインナーロータ 224a とアウターロータ 224b との電磁的な作用により相対的に回転するモータ 224 と、駆動軸に動力が出力可能に駆動軸に機械的に接続されたモータ 22 と備えるいわゆる電気分配型のハイブリッド車両 220 に適用することもできる。或いは、図 15 に示すように、駆動輪 62a, 62b に接続された駆動軸に変速機 324 (無段変速機や有段の自動変速機など) を介して接続されたモータ 22 と、クラッチ CL を介してモータ 22 の回転軸と接続されたエンジン 322 とを備えるハイブリッド車両 320 に適用することもできる。このとき、駆動輪にスリップが発生したときの制御としては、制御における出力応答性の速さなどから主に駆動軸に機械的に接続されたモータを制御することにより駆動軸に出力されるトルクを制限するが、このモータの制御と協調して他のモータを制御したりエンジンを制御したりするものとしてもよい。

【0045】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例である車両 20 の構成の概略を示す構成図である。

【図 2】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 3】 アクセル開度 A_{cc} と車速 V とモータトルク T_{m*} との関係を示すマップである。

【図 4】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行されるスリップ状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 5】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行されるスリップ発生時処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 6】 回転角加速度 α とトルク上限値 T_{max} との関係を示すマップである。

【図 7】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行される路面状態変化推定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 8】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行されるスリップ収束時処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 9】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行される通常時トルク制限解除処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 10】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行されるトルク制限設定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 11】 実施例の車両 20 の電子制御ユニット 70 により実行される路面状態変化時トルク制限解除処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 12】 スリップ中に路面状態が変化したときの回転角加速度 α とモータトルク T_{m*} の時間変化の様子を示す説明図である。

【図 13】 変形例の車両 120 の構成の概略を示す構成図である。

【図 14】 変形例の車両 220 の構成の概略を示す構成図である。

【図 15】 変形例の車両 320 の構成の概略を示す構成図である。

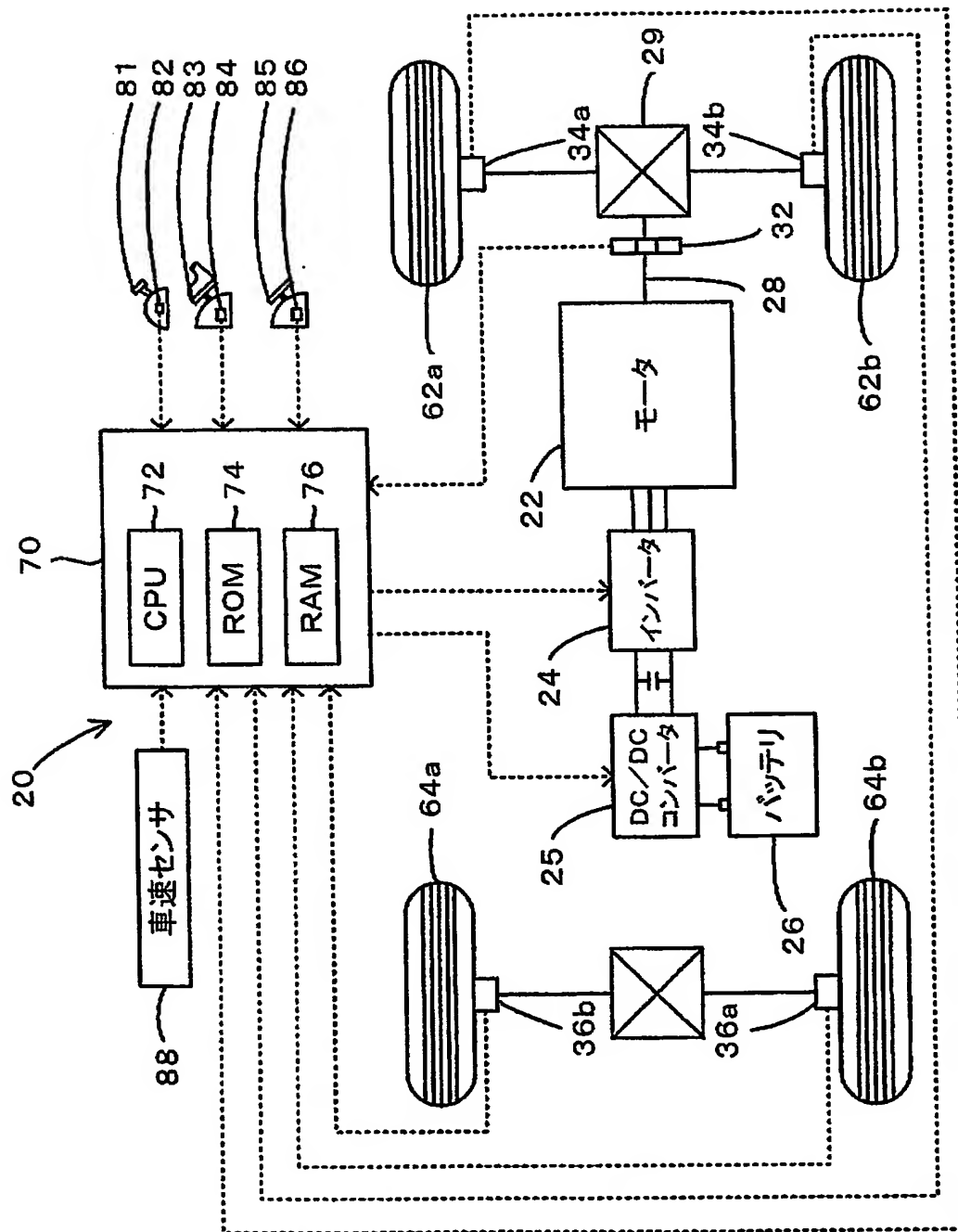
【符号の説明】

20, 120, 220, 320 車両、22 モータ、24 インバータ回路、25 DC/DCコンバータ回路、26 バッテリ、28 駆動軸、32 回転位置検出センサ、34a, 34b, 36a, 36b 車輪速センサ、62a, 62b 駆動輪、64a, 64b 非駆動輪、70 電子制御ユニット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、122, 222, 322 エンジン、124 モータ、126 プラネタリギヤ、224 モータ、224a インナロータ、224b アウタロータ、324 変速機、CL クラッチ。

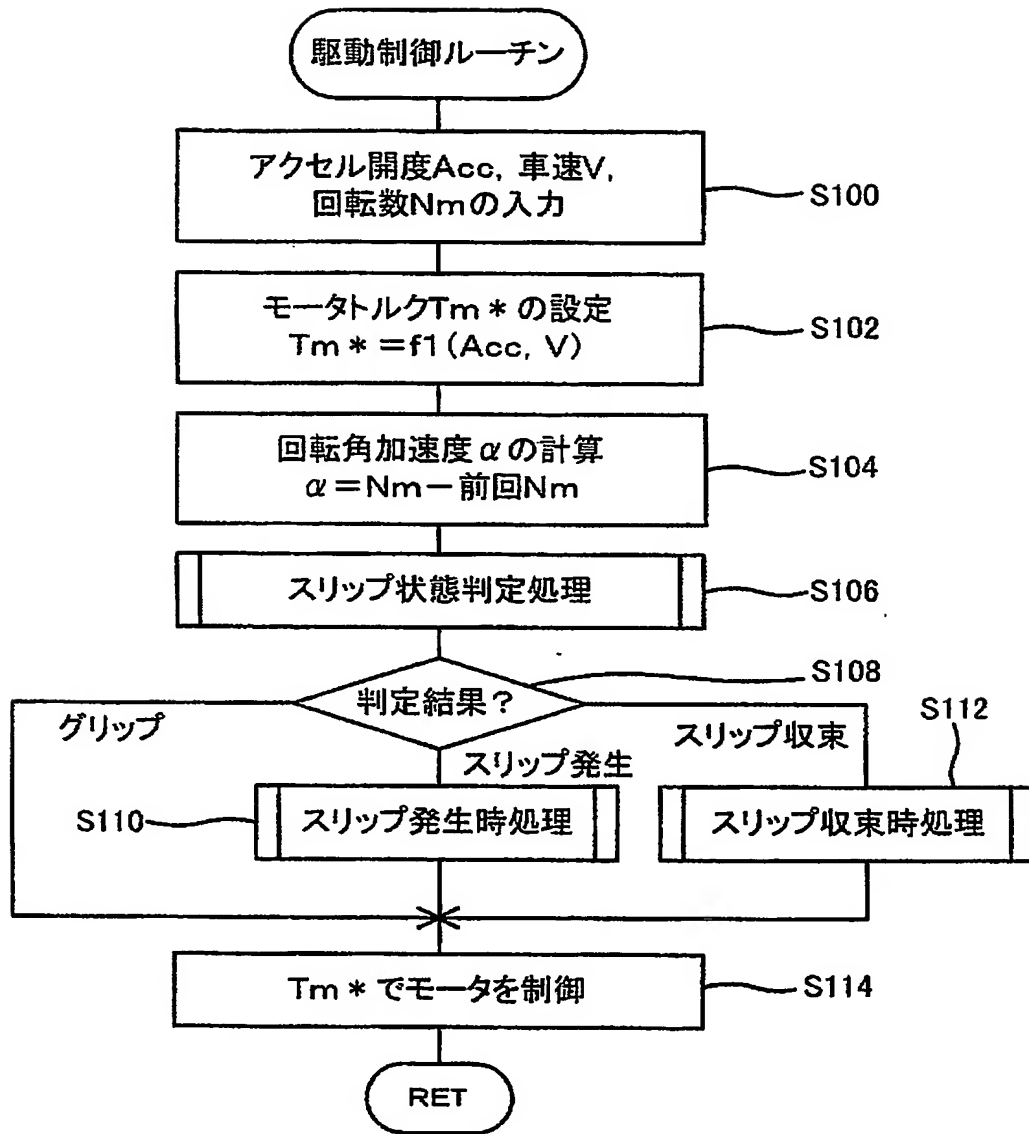
【書類名】

図面

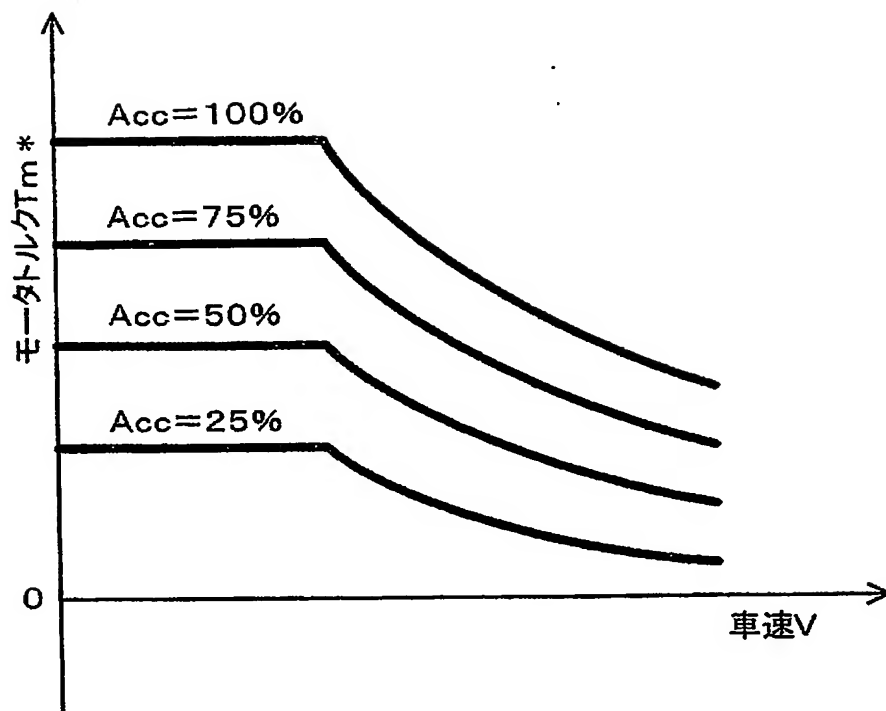
【図 1】



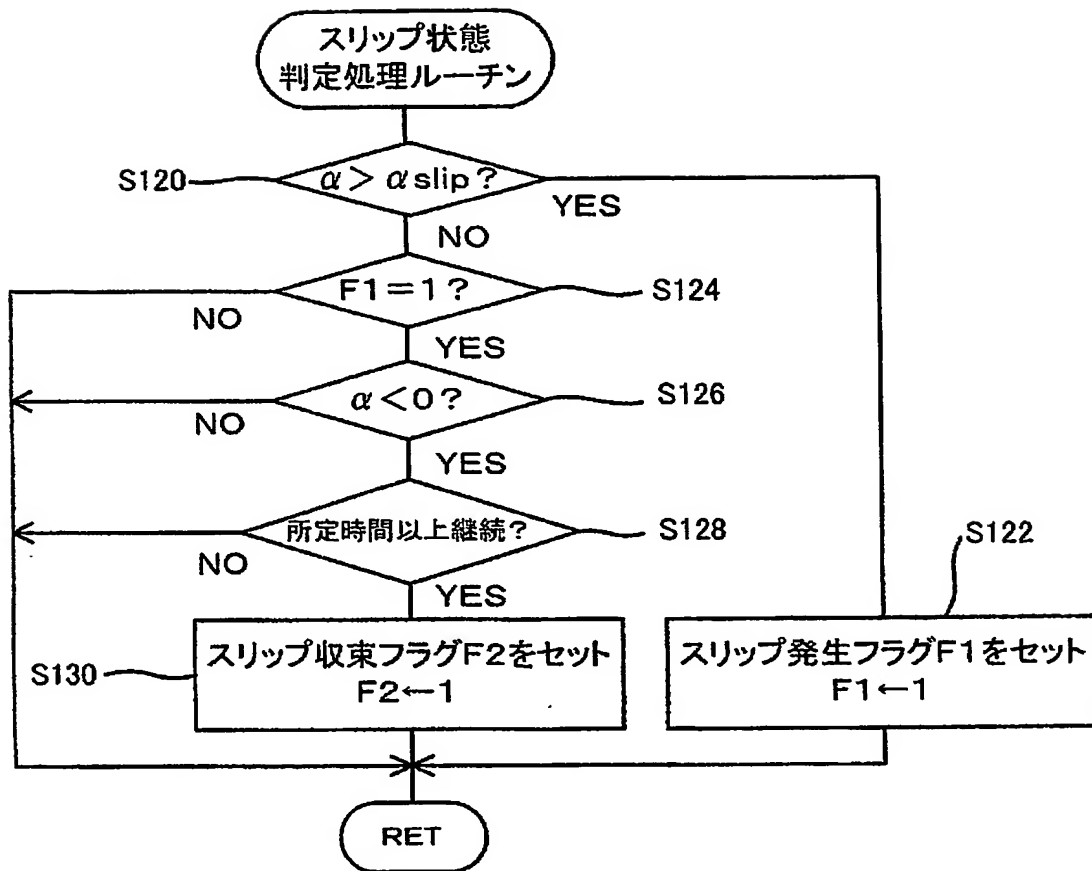
【図 2】



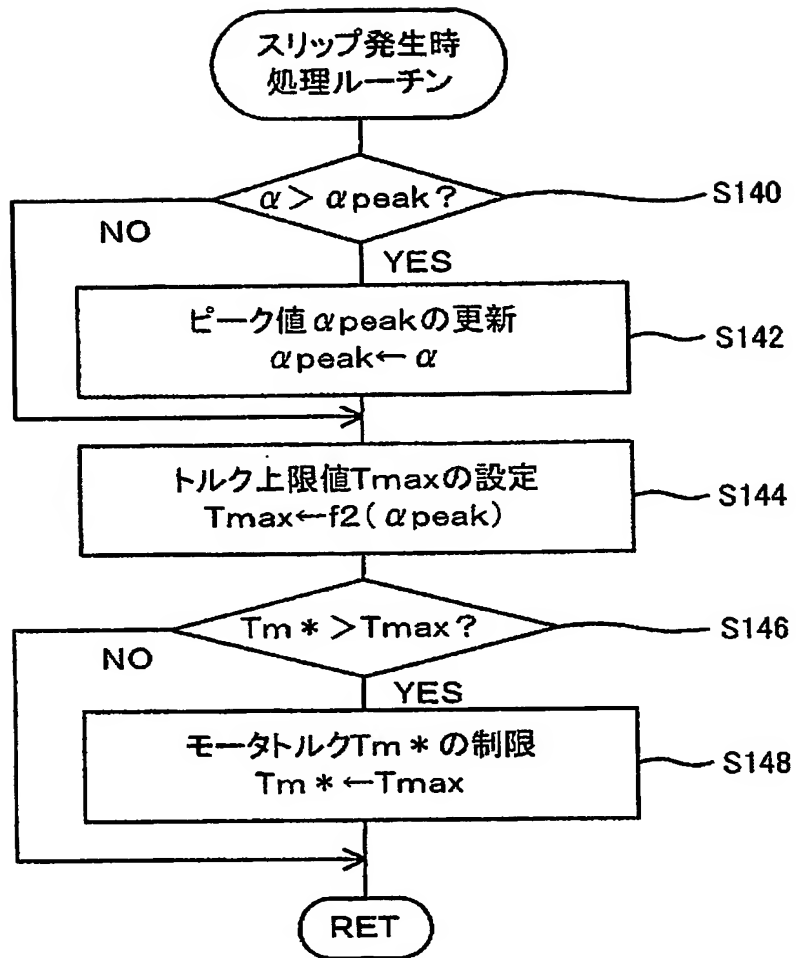
【図 3】



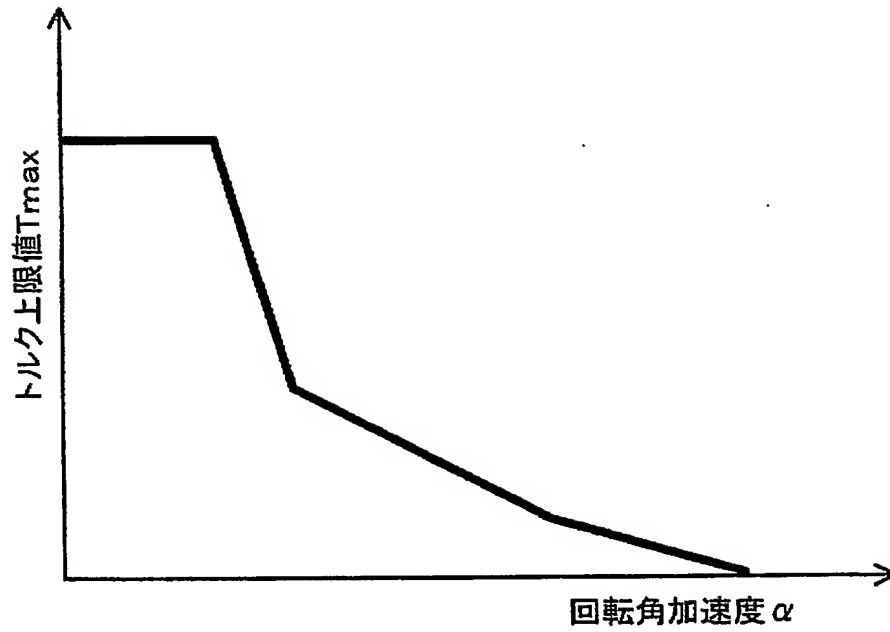
【図 4】



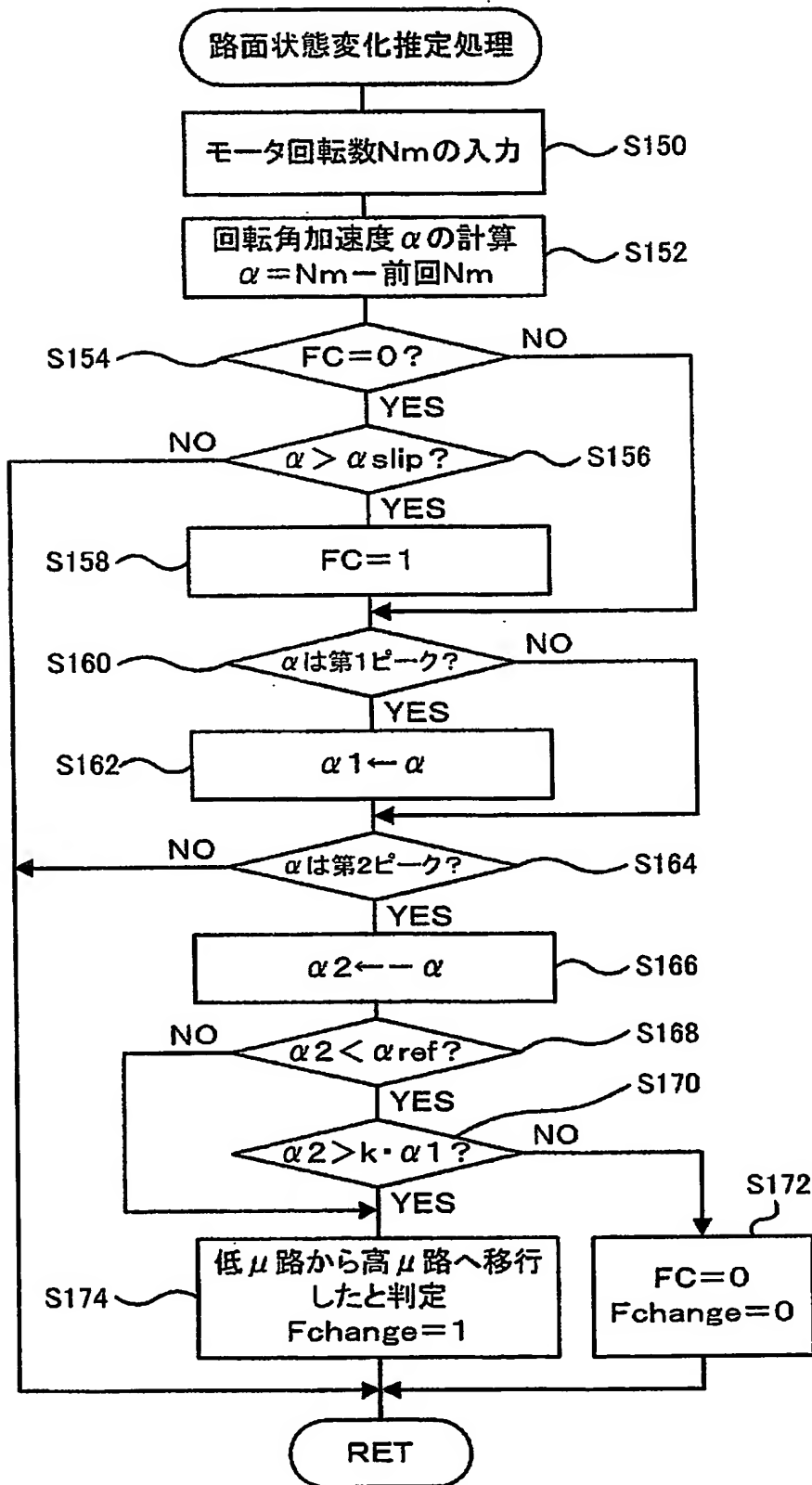
【図 5】



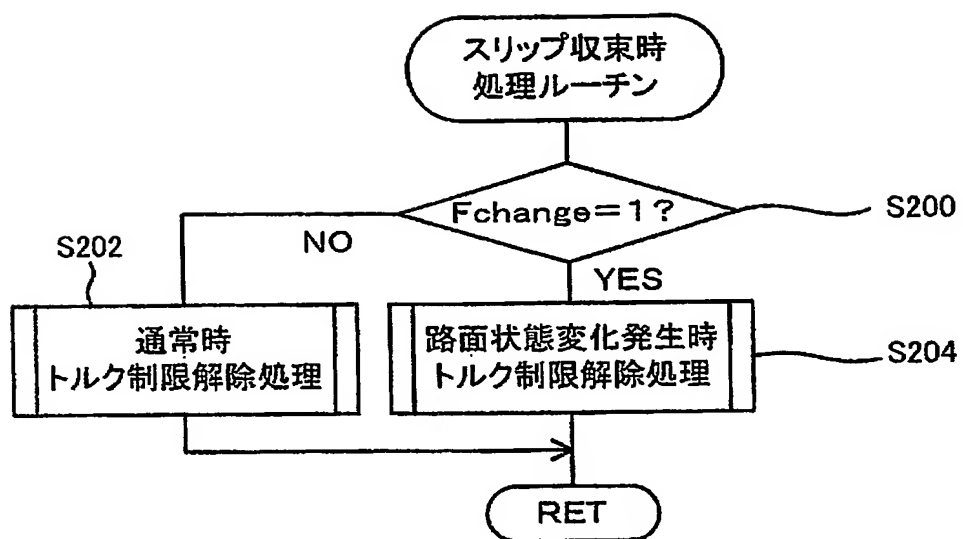
【図 6】



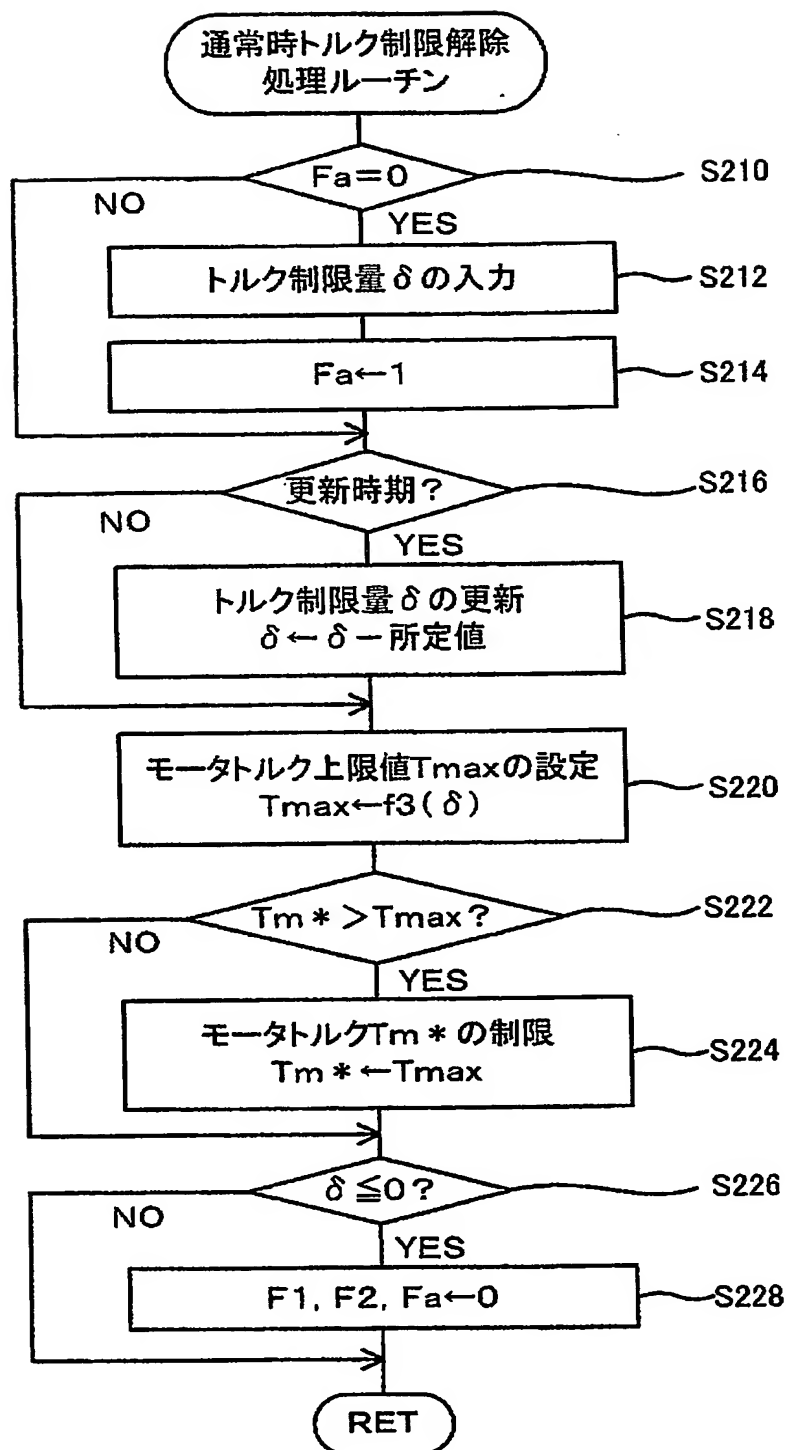
【図 7】



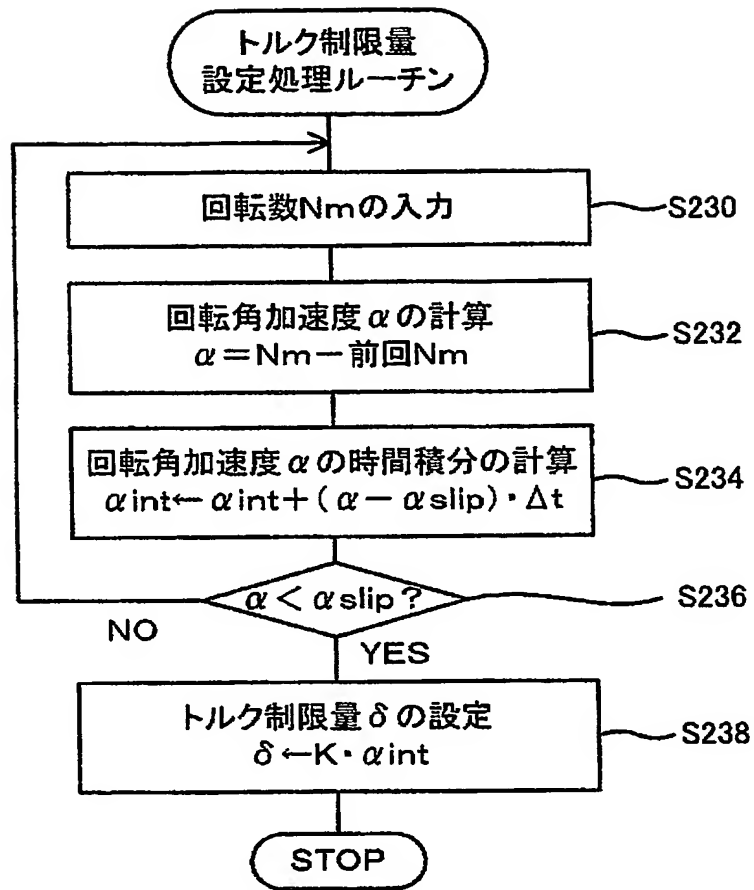
【図 8】



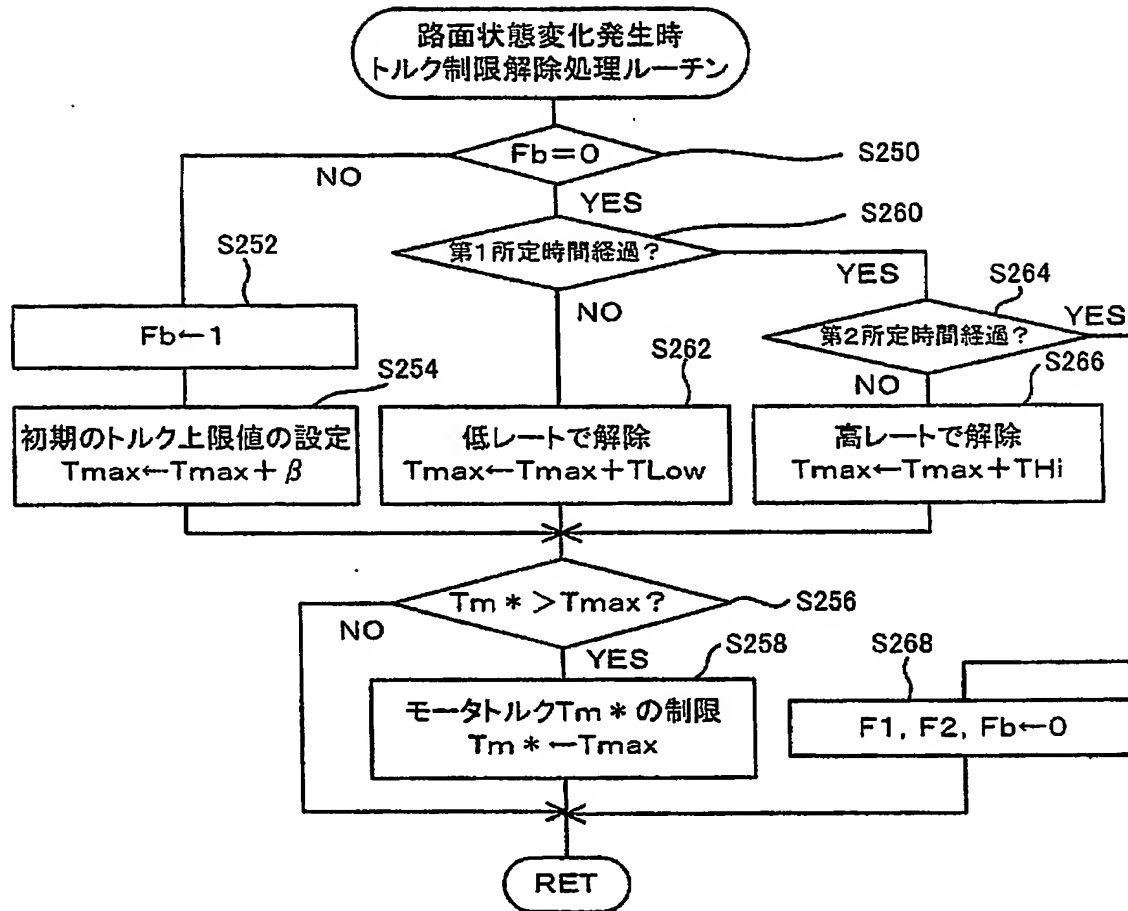
【図 9】



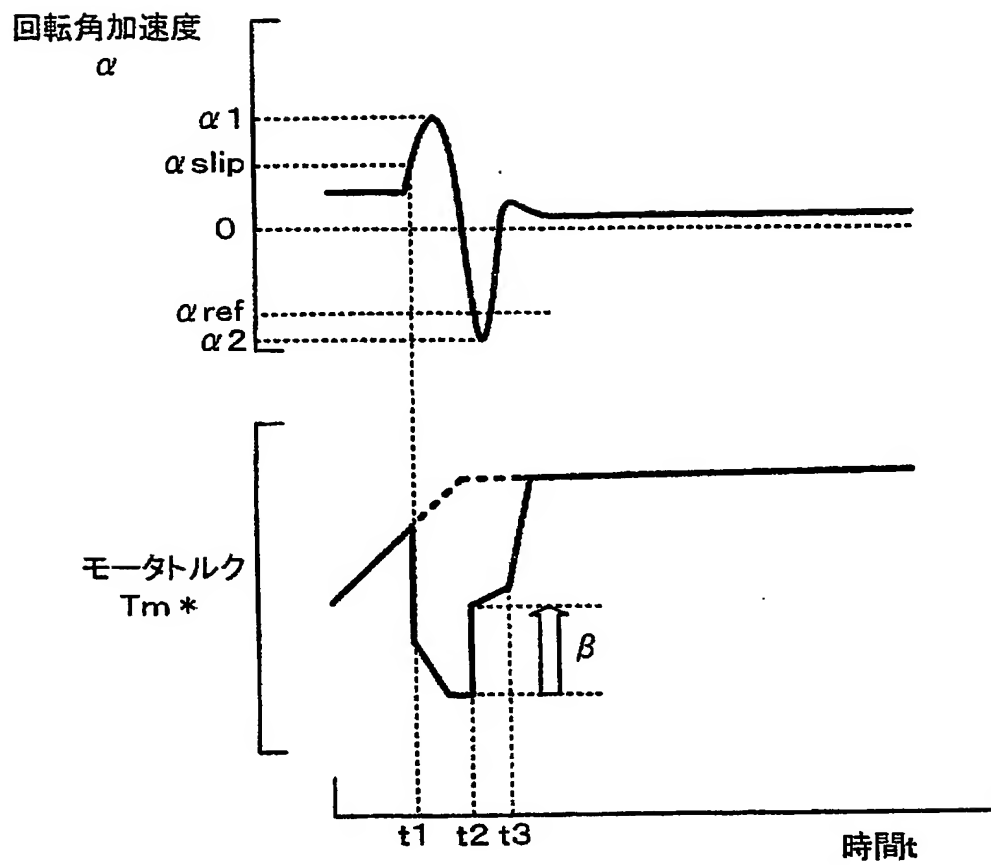
【図 10】



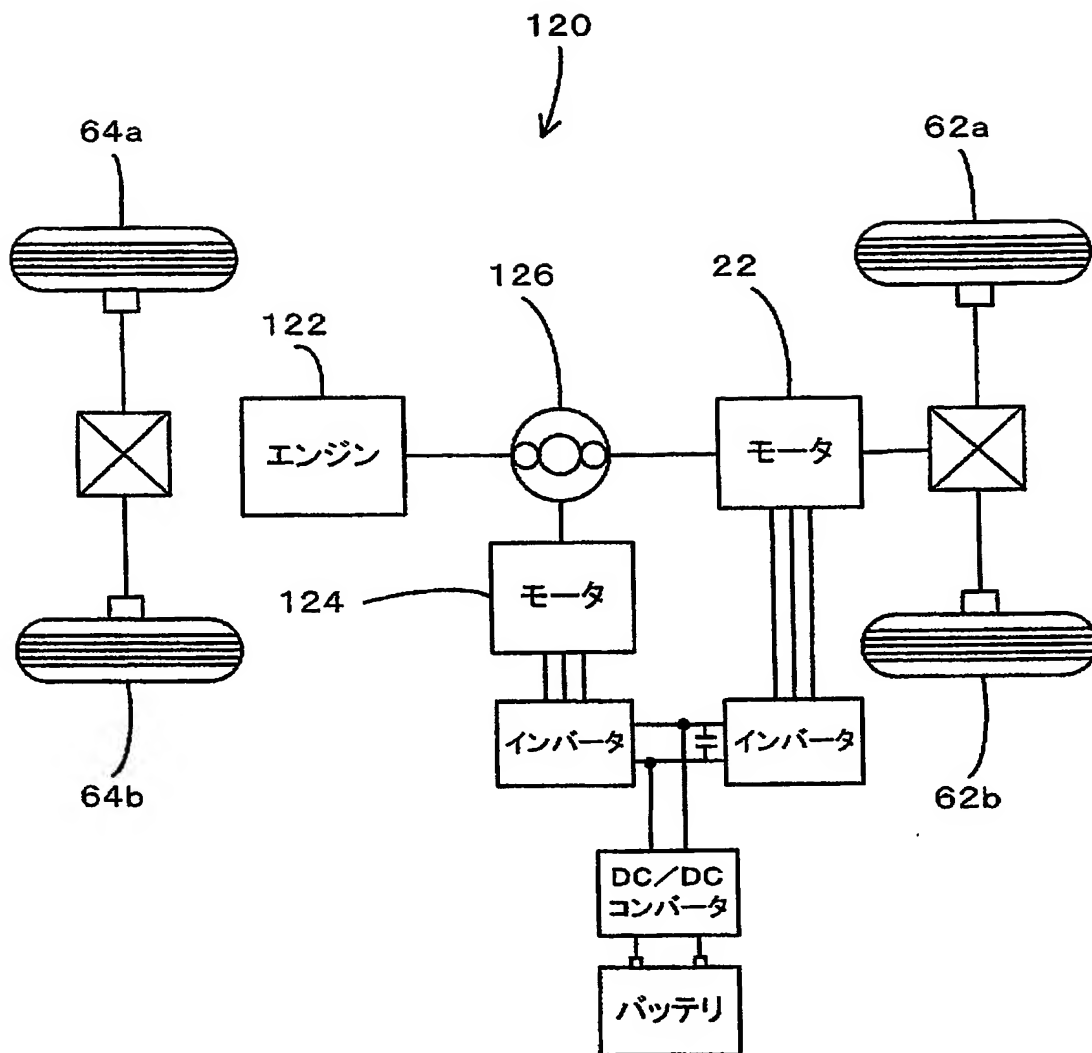
【図 11】



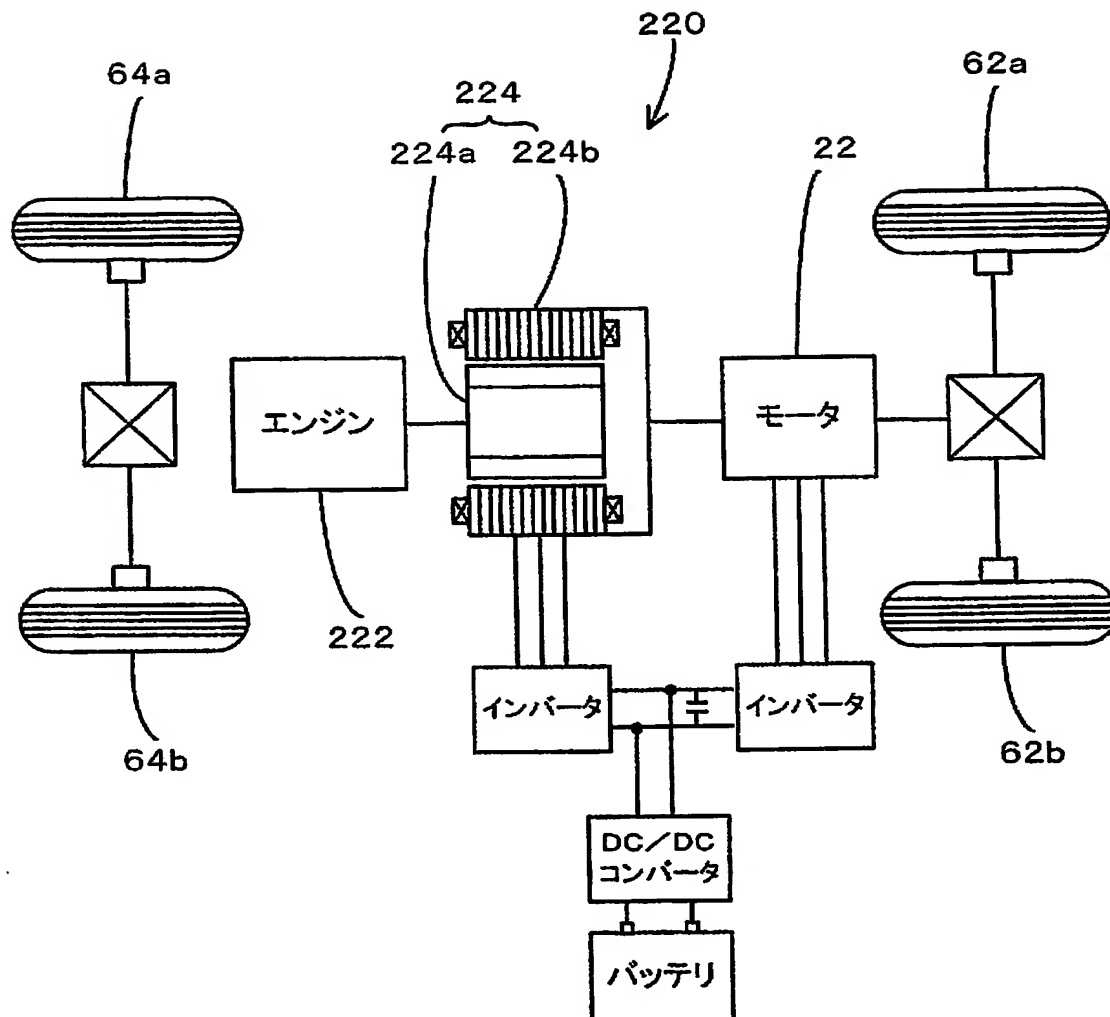
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スリップ発生時のモータに過大電流が流れるのを防止する。

【解決手段】 DC/DCコンバータ回路により昇圧されたバッテリーの電力をインバータ回路を介して受け取って駆動軸にトルクを出力するモータを備える車両において、スリップ中に駆動軸の回転角加速度 α が閾値 α_{ref} 未満となって路面状態の変化が推定されたときには、スリップ中に設定されたトルク上限値 T_{max} に所定値 β だけ上乗せしてトルク上限値 T_{max} を更新してトルクの制限を解除し、その後、トルク上限値 T_{max} の更新を小さな時間変化で行なってトルクの制限の解除を一時的に緩やかにし、DC/DCコンバータ回路 25 の動作が安定する所定時間が経過したときには、トルク上限値 T_{max} の更新を大きな時間変化で行なって、トルクの制限を迅速に解除する。

【選択図】 図 12

特願 2 0 0 3 - 2 0 3 7 4 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社